

SHUKONG JICHUANG  
DIANQI GUZHANG  
ZHENDUAN YU  
WEIXIU SHILI



技术专家传经送宝丛书

# 数控机床电气故障 诊断与维修实例

中国第一汽车集团公司工会 组编  
周世君 编著



- ▲ 技术标兵操作心得
- ▲ 能工巧匠方法技巧
- ▲ 大赛状元经验绝招
- ▲ 生产现场实例集萃



机械工业出版社  
CHINA MACHINE PRESS

技术专家传经送宝丛书

# 数控机床电气故障诊断 与维修实例

中国第一汽车集团公司工会 组编

周世君 编著



机械工业出版社

本书由具有多年数控机床维修经验的中国第一汽车集团公司的技术专家编写。全书围绕 FANUC Oi-D、SIEMENS 802D sl 及 SIEMENS 840D 系统数控机床的电气维修与调整,将日本发那科及德国西门子两大系统的故障诊断及维修相对应进行介绍。编者总结了多年的维修实践经验,查阅了大量的资料,包括各系统的使用说明书、维修说明书、调试说明书和 PLC 说明书等,同时还参考了大量的数控机床维修与诊断方面的书籍,并采纳了多人的维修实例等。本书在编写中力求做到简明、实用,突出解决实际问题的具体办法,以满足数控设备维修人员的需要。

本书不仅是数控机床初学者的良师益友,更是有一定数控机床维修基础的技术工人进一步学习的好帮手,也是技工学校数控专业适用的辅导教材,还可作为数控技术人员和机电一体化大中专班学员的参考用书。

## 图书在版编目 (CIP) 数据

数控机床电气故障诊断与维修实例/周世君编著;中国第一汽车集团公司工会组编. —北京:机械工业出版社,2013.4

(技术专家传经送宝丛书)

ISBN 978-7-111-40450-7

I. ①数… II. ①周…②中… III. ①数控机床-电气设备-故障诊断  
②数控机床-电气设备-维修 IV. ①TG659

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 274958 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑:荆宏智 林运鑫 责任编辑:林运鑫

版式设计:闫玥红 责任校对:张媛

封面设计:马精明 责任印制:乔宇

北京机工印刷厂印刷 (三河市南杨庄国丰装订厂装订)

2013 年 4 月第 1 版第 1 次印刷

169mm×239mm·20.25 印张·392 千字

0 001—4 000 册

标准书号:ISBN 978-7-111-40450-7

定价:39.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心:(010)88361066

教材网:<http://www.cmpedu.com>

销售一部:(010)68326294

机工官网:<http://www.cmpbook.com>

销售二部:(010)88379649

机工官博:<http://weibo.com/cmp1952>

读者购书热线:(010)88379203

封面无防伪标均为盗版

# 序

## PREFACE

21 世纪是知识经济的时代，科学技术发展日新月异。企业之间的竞争包括产品的竞争、品牌的竞争和人才的竞争。企业既需要业务精湛的技术精英，也需要能够掌握和运用现代技术、具备先进操作能力的高素质技能型人才，更需要他们的发明创造和技术创新。这就要求企业员工不断学习新知识、掌握新技术、练就新本领，用知识推动企业的技术进步和持续发展。

中国第一汽车集团公司是我国汽车工业的摇篮，具有倡导技术进步和自主创新，重视知识、培养人才、尊重人才的优良传统。近 60 年来，公司努力营造“劳动光荣、知识崇高、人才宝贵、创造伟大”的浓厚氛围，形成了“争第一、创新业、担责任”的核心理念，在不同发展时期涌现出一批全国劳模典型和知识型优秀员工。他们在岗位上刻苦钻研、不懈探索，创造了许多新技术新方法，解决了大量技术难题，为企业发展作出了巨大贡献，在全国同行业形成了重要影响。他们不仅是一汽的宝贵财富，也是国家的宝贵财富。

一汽工会一直致力于劳模和高级技能人才的岗位技能传承工作，从 2004 年起组织工人专家、高级技能人才，陆续出版了《数控设备维修案例 100 则》《轿车表面钣金快速修复方法》《数控车床/加工中心编程方法、技巧与实例》《汽车冷冲压模具调整与维修技术》4 部著作，在此基础上最近又推出“技术专家传经送宝丛书”，包括：《数控机床电气故障诊断与维修实例》《汽车模具调试与维修典型实例》《西门子 840D 数控系统应用与维修实例详解》《数控车床/加工中心编程方法、技巧与实例》（第 2 版）4 部著作，其作者均是一汽集团公司高级技能人才，分别获得过国家、部委、地方、企业授予的劳动模范、“五一”劳动奖章、技术标兵等荣誉称号。他们将多年在技术改造、技术攻关等工作实践中创造的绝活、绝技、绝招总结归纳、汇编成书，所列操作案例全部来自生产一线，是他们劳动创造和心血智慧的结晶。丛书实用性操作性很强，具有扎实的实践基础和较高的推广价值，是岗位学习的好教材。

丛书的出版有利于弘扬劳模精神，发挥劳模“一带多”的示范辐射带动

作用；有利于发挥工会大学校作用，培养更多具有一流业务技能、一流职业素养、一流岗位业绩的创新型职工；有利于推动企业储备人才、积蓄能量，增强竞争实力，实现可持续发展；有利于更广泛的读者交流体会、分享经验，为汽车行业发展贡献力量。

衷心祝贺丛书的出版！真诚希望这套丛书能成为广大一线职工学习进步的良师益友，同时也希望一汽工会能够更加以传承技能、培养人才、服务企业、回馈社会为己任，为实现公司的“十二五”发展目标，为中国制造的转型升级作出更大贡献！

中华全国总工会副主席、书记处书记



2013.4.3

# 前 言

## FOREWORD

随着计算机技术、电子技术、自动控制技术的发展,数控技术得到了飞速的发展,在各行各业也得到了更广泛的应用。同时,数控系统厂家繁多,例如国内的武汉华中数控,广州数控;国外的德国西门子,日本 FANUC、三菱、海德汉、力士乐,西班牙发格,意大利 FIDIA,法国 NUM 等。

由于数控系统生产厂家的不同,系统软件也各不相同,这对数控机床维修造成了很大的困难。通过行之有效的方法迅速判断故障发生的原因,快捷解决出现的问题,保证机床安全可靠地运行,提高设备使用率,是每个数控维修人员需要具备的能力。本书以德国 SIEMENS 840D、802D sl 和日本 FANUC Oi-D 系统数控机床的电气故障诊断与维修为例,将不同风格的两大系统做以鲜明对照,全面系统地介绍故障诊断维修的方法和步骤,重点放在解决问题的思维方法上,克服了盲目性和片面性,为读者对其他系统的故障诊断及维修提供了借鉴和参考。本书所列举的实例,都是作者亲自解决的有代表性的实例,维修说明书上可查阅到的在本书中不再介绍。

全书共分 10 章,前 3 章分别介绍了数控机床的分类及特点、结构、工作过程和维护保养,数控机床 PLC 的控制及应用,数控机床参考点;第 4 章介绍了数控机床故障诊断及故障排除方法;第 5~第 8 章分别介绍了利用系统诊断功能进行故障诊断、利用报警信息进行故障诊断、利用伺服初始化排除故障、利用数据备份与回装排除故障;第 9 章介绍了 PLC 监控软件的应用;第 10 章是维修实例;附录中包含了两大系统的常用参数及 PLC 接口供读者学习和维修时查阅。每一章节具体的设定和操作方法都以图片的形式直观地加以介绍,便于理解和掌握,力求达到通俗易懂,深入浅出。

本书在编写过程中得到了各级领导的帮助,也得到了很多老师的指导,在此一并表示感谢。

编 者

# 目 录

## CONTENTS

### 序

### 前言

|                                    |    |
|------------------------------------|----|
| <b>第 1 章 概述</b>                    | 1  |
| 1.1 数控机床的分类及特点                     | 2  |
| 1.1.1 数控机床简介                       | 2  |
| 1.1.2 数控机床特点                       | 2  |
| 1.1.3 数控机床类型                       | 3  |
| 1.2 数控机床的构成                        | 4  |
| 1.3 数控机床的工作过程                      | 6  |
| 1.3.1 数控系统的工作过程                    | 6  |
| 1.3.2 数控程序编制                       | 7  |
| 1.4 数控机床的维护保养                      | 10 |
| <b>第 2 章 数控机床 PLC 的控制及应用</b>       | 11 |
| 2.1 FANUC 系统 PMC                   | 12 |
| 2.1.1 PMC 地址                       | 12 |
| 2.1.2 常用功能指令                       | 16 |
| 2.1.3 辅助功能                         | 22 |
| 2.2 SIEMENS 802D sl 系统 PLC         | 23 |
| 2.2.1 PLC 地址                       | 24 |
| 2.2.2 常用功能指令                       | 27 |
| 2.2.3 子程序功能                        | 31 |
| 2.2.4 辅助功能                         | 34 |
| 2.3 SIEMENS 840D 系统 PLC            | 37 |
| 2.3.1 PLC 地址                       | 37 |
| 2.3.2 常用功能指令                       | 40 |
| 2.3.3 功能块和数据块                      | 43 |
| 2.3.4 辅助功能                         | 45 |
| 2.4 数控机床换刀装置 PLC 控制                | 46 |
| 2.4.1 FANUC 系统加工中心随机换刀             | 48 |
| 2.4.2 SIEMENS 802D sl 数控车床自动换刀装置控制 | 56 |

|                                       |           |
|---------------------------------------|-----------|
| 2.4.3 SIEMENS 840D 数控加工中心自动换刀装置 ..... | 61        |
| <b>第3章 数控机床参考点 .....</b>              | <b>65</b> |
| 3.1 FANUC 系统返回参考点功能 .....             | 66        |
| 3.1.1 增量位置编码器参考点设定 .....              | 66        |
| 3.1.2 绝对位置编码器参考点设定 .....              | 67        |
| 3.1.3 扭矩法参考点设定 .....                  | 69        |
| 3.2 SINUMERIK802D sl 系统返回参考点功能 .....  | 71        |
| 3.2.1 增量位置编码器参考点设定 .....              | 71        |
| 3.2.2 绝对值编码器返回参考点设定 .....             | 75        |
| 3.2.3 返回参考点减速挡块的调节 .....              | 76        |
| 3.3 SIEMENS 840D 系统返回参考点功能 .....      | 77        |
| 3.3.1 增量式旋转测量系统参考点设定 .....            | 77        |
| 3.3.2 线性测量系统返回参考点设定 .....             | 79        |
| <b>第4章 数控机床故障诊断及故障排除方法 .....</b>      | <b>81</b> |
| 4.1 数控机床的故障诊断步骤及故障现场调查 .....          | 82        |
| 4.1.1 故障诊断步骤 .....                    | 82        |
| 4.1.2 故障现场调查 .....                    | 83        |
| 4.2 数控机床故障诊断的原则与方法 .....              | 84        |
| 4.2.1 故障诊断原则 .....                    | 85        |
| 4.2.2 故障诊断方法 .....                    | 85        |
| 4.3 排除故障并逐级上电调试 .....                 | 91        |
| 4.3.1 数控系统硬件更换 .....                  | 91        |
| 4.3.2 逐级检查并上电 .....                   | 94        |
| 4.4 制作维修记录 .....                      | 94        |
| 4.4.1 制作维修记录的优点 .....                 | 94        |
| 4.4.2 制作维修记录的方法 .....                 | 95        |
| 4.5 S3/3TA-242 数控车床 01#报警维修实例 .....   | 96        |
| <b>第5章 利用诊断功能进行故障诊断 .....</b>         | <b>99</b> |
| 5.1 FANUC Oi-D 数控系统诊断功能 .....         | 101       |
| 5.1.1 CNC 诊断功能 .....                  | 101       |
| 5.1.2 波形诊断功能 .....                    | 106       |
| 5.1.3 PMC 状态诊断功能 .....                | 112       |
| 5.1.4 PMC 梯形图诊断功能 .....               | 113       |
| 5.2 SIEMENS 802D sl 数控系统诊断功能 .....    | 114       |
| 5.2.1 系统诊断功能 .....                    | 115       |
| 5.2.2 PLC 状态诊断功能 .....                | 119       |
| 5.2.3 PLC 梯形图诊断功能 .....               | 120       |
| 5.3 SIEMENS 840D 数控系统诊断功能 .....       | 123       |



|                                             |            |
|---------------------------------------------|------------|
| 5.3.1 伺服诊断功能 .....                          | 123        |
| 5.3.2 PLC 状态诊断功能 .....                      | 128        |
| <b>第6章 利用报警信息进行故障诊断 .....</b>               | <b>131</b> |
| 6.1 FANUC 数控系统报警信息 .....                    | 133        |
| 6.1.1 FANUC 报警分类 .....                      | 133        |
| 6.1.2 报警显示 .....                            | 134        |
| 6.1.3 FANUC Oi-D 报警帮助 .....                 | 135        |
| 6.1.4 FANUC 常用报警故障诊断过程 .....                | 136        |
| 6.2 SIEMENS 数控系统报警 .....                    | 143        |
| 6.2.1 SIEMENS 报警分类 .....                    | 143        |
| 6.2.2 SINUMERIK 802D sl 报警显示 .....          | 144        |
| 6.2.3 SINUMERIK 802D sl 报警帮助界面 .....        | 146        |
| 6.2.4 SINUMERIK 840D 报警界面 .....             | 147        |
| 6.2.5 SINUMERIK 840D 报警帮助界面 .....           | 148        |
| 6.2.6 SINUMERIK 报警清除方法 .....                | 148        |
| 6.2.7 SIEMENS 常用报警故障诊断过程 .....              | 149        |
| <b>第7章 利用伺服初始化排除故障 .....</b>                | <b>155</b> |
| 7.1 FANUC 伺服参数的设定与初始化 .....                 | 156        |
| 7.1.1 伺服参数的设定 .....                         | 156        |
| 7.1.2 伺服参数初始化 .....                         | 158        |
| 7.2 SINUMERIK 802D 驱动调试 .....               | 159        |
| 7.2.1 装载 SINAMICS Firmware (驱动器的固件升级) ..... | 161        |
| 7.2.2 装载驱动出厂设置 (驱动器的初始化) .....              | 161        |
| 7.2.3 拓扑识别和确认 .....                         | 162        |
| 7.2.4 SINAMICS 驱动常用参数 .....                 | 164        |
| 7.3 SINUMERIK 840D 驱动调试 .....               | 166        |
| 7.3.1 机床轴配置 .....                           | 166        |
| 7.3.2 驱动及电动机设定 .....                        | 168        |
| 7.3.3 速度控制器自动优化 .....                       | 170        |
| <b>第8章 利用数据备份与回装排除故障 .....</b>              | <b>173</b> |
| 8.1 FANUC Oi-D 数据备份与回装 .....                | 174        |
| 8.1.1 FANUC 系统数据构成 .....                    | 174        |
| 8.1.2 数据内部备份与回装 .....                       | 175        |
| 8.1.3 使用存储卡进行数据备份与回装 .....                  | 177        |
| 8.1.4 计算机利用 RS232 串口备份与回装 .....             | 178        |
| 8.2 SIEMENS 802D sl 数据备份与回装 .....           | 186        |
| 8.2.1 数据内部备份与回装 .....                       | 186        |
| 8.2.2 利用 CF 存储卡备份与回装 .....                  | 187        |

|                                             |     |
|---------------------------------------------|-----|
| 8.2.3 利用 RS232 串口备份与回装 .....                | 190 |
| 8.2.4 利用 RCS 软件备份与回装 .....                  | 195 |
| 8.3 SIEMENS 840D 数据备份与回装 .....              | 199 |
| 8.3.1 SIEMENS 840D 数据结构 .....               | 199 |
| 8.3.2 数据系列备份与回装 .....                       | 201 |
| 8.3.3 通过 WINPCIN 进行数据备份恢复 .....             | 202 |
| <b>第 9 章 PLC 监控软件的应用</b> .....              | 207 |
| 9.1 FANUC LADDER-Ⅲ .....                    | 208 |
| 9.1.1 启动 FANUC LADDER-Ⅲ .....               | 208 |
| 9.1.2 利用 RS232 接口建立在线连接 .....               | 209 |
| 9.1.3 PMC 程序读入至计算机 .....                    | 213 |
| 9.1.4 监控 PMC 程序 .....                       | 213 |
| 9.2 SIMATIC PLC802 .....                    | 216 |
| 9.2.1 启动 SIMATIC PLC802 软件 .....            | 217 |
| 9.2.2 建立在线连接 .....                          | 218 |
| 9.2.3 梯形图读入至计算机 .....                       | 222 |
| 9.2.4 监控 PLC 程序 .....                       | 222 |
| 9.3 SIMATIC STEP 7 .....                    | 225 |
| 9.3.1 启动 STEP7 .....                        | 225 |
| 9.3.2 建立在线连接 .....                          | 226 |
| 9.3.3 梯形图读入至计算机 .....                       | 229 |
| 9.3.4 监控 PLC 程序 .....                       | 231 |
| <b>第 10 章 维修实例</b> .....                    | 235 |
| 10.1 数控车床转塔转位报警 .....                       | 236 |
| 10.2 FANUC Oi-D I/O Link 故障 .....           | 240 |
| 10.3 上海外圆磨床修整器修整砂轮错误 .....                  | 244 |
| 10.4 西班牙数控外圆磨床尺寸不稳定的维修 .....                | 247 |
| 10.5 日本剔齿 GSP-30D 经常打刀故障 .....              | 250 |
| 10.6 数控外圆磨床位置开关的调整 .....                    | 252 |
| 10.7 数控外圆磨床加工过程中机床进给停止 .....                | 255 |
| 10.8 MEMORY FAIL 报警 .....                   | 257 |
| 10.9 意大利磨齿机 SU 12290 变量没有定义报警 .....         | 257 |
| 10.10 SIEMENS 802D sl 系统倒棱机 380500 报警 ..... | 258 |
| 10.11 数控车床自动循环中主轴停 .....                    | 259 |
| 10.12 数控磨床系统开机无法正常引导 .....                  | 260 |
| 10.13 数控磨床 300300 MX2 轴起动错误报警 .....         | 261 |
| 10.14 SIEMENS 数控加工中心 M03 不能执行 .....         | 261 |
| 10.15 SIEMENS 数控滚齿加工中心出现 25050 报警 .....     | 262 |

|                   |                                  |     |
|-------------------|----------------------------------|-----|
| 10.16             | 刀具未夹紧报警 .....                    | 263 |
| 10.17             | SIEMENS 802D sl 数控车床坐标轴不移动 ..... | 263 |
| 10.18             | 加工中心换刀故障 .....                   | 264 |
| 10.19             | 外圆磨床利用 ghost 软件恢复硬盘 .....        | 265 |
| 10.20             | 加工中心 PH6563X63 A 轴的屏蔽处理 .....    | 267 |
| 10.21             | 将 YKS3132A 滚齿机全闭环控制轴转换为半闭环 ..... | 268 |
| 10.22             | MK2110 内孔磨床使用计算机键盘代替操作面板 .....   | 269 |
| 10.23             | 意大利数控磨齿机 SU 等待轴使能故障 .....        | 270 |
| 10.24             | 意大利数控磨齿机 SU 进给爬行故障 .....         | 271 |
| 10.25             | 数控车床外圆车削时出现波纹 .....              | 272 |
| <b>附录</b> .....   |                                  | 274 |
| 附录 A              | FANUC Oi 常用接口信号 .....            | 274 |
| 附录 B              | FANUC Oi 常用系统参数表 .....           | 276 |
| 附录 C              | SIEMENS 802D 系统常用接口信号 .....      | 283 |
| 附录 D              | SIEMENS 840D 系统常用接口信号 .....      | 289 |
| 附录 E              | SIEMENS 系统常用机床数据 .....           | 299 |
| 附录 F              | 数控常用术语及英文对照 .....                | 304 |
| <b>参考文献</b> ..... |                                  | 311 |

# 第1章

## 概 述

计算机组成原理与结构(第2版) 清华大学出版社

计算机组成原理与结构(第2版) 清华大学出版社

计算机组成原理与结构(第2版) 清华大学出版社

计算机组成原理与结构(第2版) 清华大学出版社

计算机组成原理与结构(第2版) 清华大学出版社

计算机组成原理与结构(第2版) 清华大学出版社

## 1.1 数控机床的分类及特点

### 1.1.1 数控机床简介

数字控制 (Numerical Control, NC) 是利用数字信息对机床的运动和工作过程进行控制的技术, 简称数控。

计算机数字控制 (Computer Numerical Control, CNC) 是在计算机辅助控制下, 用数字技术对机床的运动和工作过程进行控制的技术, 能够自动阅读信息载体上的数字或符号信息, 然后进行译码、处理、控制等过程, 从而驱动机床产生各种运动, 自动加工出所需零件的形状、尺寸。

采用数控技术控制的机床, 称为数控机床。数控机床是一种综合应用了计算机技术、自动控制技术、精密测量技术和机床设计等先进技术的典型机电一体化产品, 是现代制造技术的基础。机床控制也是数控技术应用最早、最广泛的领域, 因此, 数控机床的水平代表了当前数控技术的性能、水平和发展方向。国际信息处理联盟 (International Federation of Information Processing, IFIP) 第五技术委员会对数控机床作了如下定义: 数控机床是一种装有程序控制系统的机床, 该控制系统能够逻辑地处理具有控制编码或其他符号指令规定的程序, 并将其译码, 用代码化的数字加以表示, 并通过信息载体输入到数控装置中。

### 1.1.2 数控机床特点

从 1952 年美国研制出第一台数控机床至今, 数控机床已经过 60 年的发展, 特别是在计算机技术突飞猛进的发展下, 数控机床也在不断地更新。

随着机械制造业的不断发展, 对所加工零件的尺寸、形状、精度也不断提出更高的要求。此外, 生产量的提高对数控机床的生产效率也提出了更高的要求。为此, 数控机床的启动、加工、制动过程采用了先进的控制方式, 而且数控机床的刚度大, 可以采用强力切削。因而大大地提高了加工速度。数控机床有如下一些特点:

- 1) 可以加工出高精度及质量稳定的零件。
- 2) 生产效率特别高, 是普通机床的 2~3 倍或更高。
- 3) 大大减轻了操作者的劳动强度, 但对操作者的素质要求也提高了。
- 4) 更换产品品种特别方便, 只要更换加工程序就可以实现产品品种的更换。
- 5) 数控加工中心可实现集多种加工操作于一台机床, 如铣、钻、镗、刨

等。

6) 可实现 FMS (柔性加工系统), 甚至可实现无人化加工。

### 1.1.3 数控机床类型

#### 1. 按用途分

(1) 金属切削类数控机床 此类数控机床包括数控车床、数控铣床、数控磨床、数控钻床、数控加工中心等。

(2) 金属成型类数控机床 此类数控机床包括数控折弯机、数控冲床、数控压力机等。

(3) 数控特种加工机床 此类数控机床包括数控线切割机床、数控电火花加工机床、数控激光加工机床、数控淬火机床等。

#### 2. 按运动方式分

(1) 点位控制 此类数控机床的运动方式是保证单点的位置精度, 也就是保证机床从一点运动到另一点时的定位精度, 而机床所运动的路径没有精度要求。

(2) 直线控制 此类数控机床的运动方式是不但保证单点的位置精度, 而且还要求保证机床从一点运动到另一点时的直线控制精度, 并且能实现平行于坐标轴的直线进给运动或控制两个坐标轴实现斜线进给运动。

(3) 轮廓控制 此类数控机床的运动方式是对两个或两个以上坐标轴同时进行联动控制, 不仅可以保证一点运动到另一点时的直线控制精度, 而且要求控制整个加工过程中每一点的速度和位移量, 同时要求控制运动轨迹, 可将零件加工形成在平面内的直线或曲线以及空间内的曲面。也就是可以保证一点到另一点的空间轨迹。

#### 3. 按控制方式分

(1) 开环控制 就是控制装置与机床之间只有单向控制作用而对控制装置无影响的控制, 也就是无反馈。开环控制的机床一般采用步进电动机、电液脉冲马达等。

(2) 半闭环控制 就是控制装置与机床之间具有双向控制作用, 即机床运动通过反馈装置将机床位移通过转角、运算等方式间接地反馈给控制装置。半闭环控制中的反馈一般采用光电编码器、旋转变压器等。

(3) 闭环控制 就是控制装置与机床之间不但具有双向控制作用, 而且将机床运动通过反馈装置将机床位移直接的反馈给控制装置。闭环控制中的反馈一般采用直线检测装置。

## 1.2 数控机床的构成

数控机床由控制介质、计算机数控装置（CNC 装置）、可编程序控制器（PLC）、伺服驱动装置、输入/输出装置、辅助控制装置、位置检测装置等部分组成。数控机床的构成如图 1-1 所示。

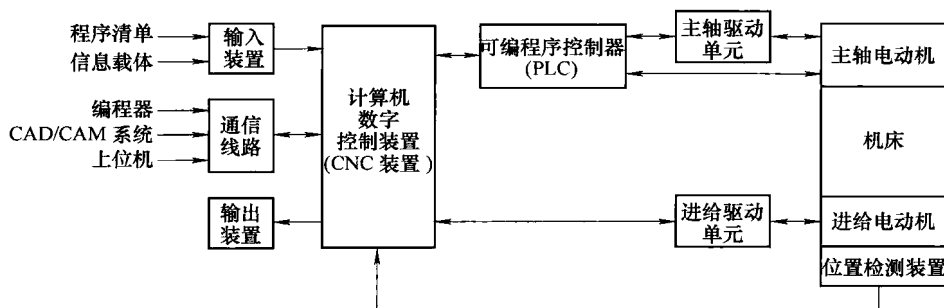


图 1-1 数控机床的构成

### 1. 控制介质

控制介质是以指令的形式记载各种加工信息的物质，如零件加工的工艺过程、工艺参数和刀具运动等，将这些信息输入到数控装置从而控制数控机床对零件切削加工。控制介质又称为信息载体，主要包括穿孔带、磁带、软盘、磁泡存储器等。

### 2. 数控装置

数控装置是数控系统的核心部分，它由硬件和软件两大部分共同构成，硬件主要包括中央处理器（CPU）、存储器和各种接口。软件主要有应用软件和系统软件，应用软件包括零件加工程序、辅助软件等，系统软件是为实现 CNC 系统各项功能所编制的专用软件，也叫做控制软件，它存放在计算机 EPROM 中。各种 CNC 系统的功能设置和控制方案各不相同，它们的系统软件在结构上和规模上差别很大，但是一般都包括输入数据处理程序、插补运算程序、速度控制程序、管理程序和诊断程序等。

### 3. 可编程序控制器

在数控机床中，数控系统除了对机床各坐标轴的位置进行连续控制外，还需要对机床的各机械动作进行逻辑控制和状态检测，数控系统中可编程序控制器的信息交换就是完成系统、PLC、机床、HMI 之间的信息交换。可编程序控制器是对数控机床进行辅助控制，把计算机送来的辅助控制指令，经过可编程序控制器

处理,然后通过辅助接口电路转换成强电信号,用来控制数控机床的顺序动作、定时、计数、主轴电动机的起停、冷却泵起停、换刀等动作。可编程序控制器同数控装置共同完成对数控机床的控制。

#### 4. 伺服驱动装置

伺服驱动装置由驱动单元和伺服电动机组成,并与机床上的机械传动部件组成数控机床的主传动系统和进给传动系统。主轴伺服驱动装置接收来自系统的转向和转速指令,经过功率放大后驱动主轴电动机转动。进给伺服驱动装置在每个插补周期内接收数控装置的位移指令,经过功率放大后驱动进给电动机转动,同时完成速度控制和反馈控制功能。根据电动机不同,伺服驱动装置的控制对象可以是步进电动机、直流伺服电动机或交流伺服电动机。伺服驱动装置有开环、半闭环和闭环之分。由于主轴的运动没有进给轴的要求高,因此,有时普通数控车床、数控铣床的主轴电动机可采用普通电动机。

#### 5. 输入/输出装置

数控机床在进行加工前,必须接受由操作人员输入的零件加工程序,然后才能根据输入的加工程序进行加工控制从而加工出所需的零件。在加工过程中,操作人员要向机床数控装置输入操作命令,数控装置要为操作人员显示必要的信息,如坐标值、报警信号等。此外,输入的程序有时并非全部正确,还需要编辑、修改和调试。这些工作都是机床、数控系统、操作人员进行信息交流的过程,CNC系统中必须具备必要的交互设备,即输入/输出装置。

#### 6. 辅助控制装置

辅助控制装置是介于数控装置和机床机械、液压部件之间的控制装置,通过可编程序控制器(PLC)来实现。PLC和数控装置相互配合,共同完成数控机床的控制。数控装置主要完成与数字运算和程序管理等有关的功能,如零件程序的编辑、译码、插补运算、位置控制等。PLC主要完成与逻辑运算有关的动作,零件加工程序中的M代码、S代码、T代码等顺序动作信息,经译码后转换成对应的控制信号,辅助控制装置完成机床的相应动作,如工件的装夹、刀具的更换、切削液的供给等一些辅助功能。它接收机床操作面板和来自数控装置的指令,一方面通过接口电路直接控制机床的动作;另一方面通过伺服驱动装置控制主轴电动机的转动。

#### 7. 位置检测装置

位置检测装置与伺服驱动装置配套组成半闭环和闭环伺服驱动系统。位置检测装置直接或间接测量执行部件的实际进给位移量,反馈到数控装置并与指令(理论)位移量进行比较,将其误差转换放大后控制执行部件的进给运动,以提高系统精度。



## 1.3 数控机床的工作过程

### 1.3.1 数控系统的工作过程

数控系统的工作过程为：首先根据需加工零件的尺寸形状等要求制定加工工艺，并确定刀具相对工件的运动轨迹。通过编程人员对加工过程进行加工程序编制，由操作人员将加工程序输入至数控装置并存储在数控装置的零件程序存储区内。加工时，操作者可用菜单命令调入需要的零件加工程序到加工缓冲区，数控装置在采样来自控制面板的“循环起动”指令后，即对加工缓冲区内的零件加工程序进行自动处理（如运动轨迹处理、机床输入/输出处理等），然后输出控制命令到相应的执行部件（伺服单元、驱动装置、PLC 等），加工出符合图样要求的零件。数控机床加工零件的步骤如图 1-2 所示。

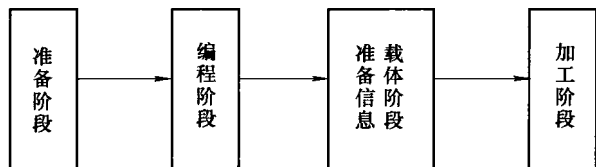


图 1-2 数控机床加工零件的步骤

#### 1. 准备阶段

根据加工零件的图样，确定有关加工数据（刀具轨迹坐标点、加工的切削用量、刀具尺寸信息等）。根据工艺方案选用夹具、刀具的类型等，选择有关其他的辅助信息。

#### 2. 编程阶段

根据加工工艺信息，用机床数控系统能识别的语言编写数控加工程序（对加工工艺过程的描述），并填写程序单。

#### 3. 准备信息载体阶段

根据已编好的程序单，将程序存放在信息载体（穿孔带、磁带、软盘等）上，通过信息载体将全部加工信息传给数控系统。若数控加工机床与计算机联网时，可直接将信息载入数控系统，也可手动将程序输入到数控系统中。

#### 4. 加工阶段

当执行程序时，CNC 系统将加工程序语句译码、运算并转换成驱动各运动部件的动作指令，在系统的统一协调下驱动各运动部件适时运动，自动完成对工件的加工。